

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2001 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

011490395 **Image available**

WPI Acc No: 1997-468300/199743

XRAM Acc No: C97-148809

XRPX Acc No: N97-390697

Photomask exposure system for semiconductor device production - has optical elements with pupil related to plane of incidence of optical integrator, concentrating optical density distribution of predetermined value on central area element

Patent Assignee: CANON KK (CANO)

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 9219358	A	19970819	JP 9646644	A	19960207	199743 B

Priority Applications (No Type Date): JP 9646644 A 19960207

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 9219358	A		9 H01L-021/027	

Abstract (Basic): JP 9219358 A

The system comprises a light source unit (1) in an optical system which guides the light beam into an optical integrator (4). A pattern formed on a reticle is lighted by a beam irradiated from the radiation surface of the optical integrator. When a projection exposure of a pattern is performed on a substrate (9) by a projecting optical system (8), a number of optical elements (3b, 3b1, 3b2, 3b3) of the optical system are positioned such that a pupil is in relation with the plane incidence of the optical integrator. The optical density distribution of a predetermined value is in the central area positioned at equal intervals along hoop direction of the periphery of the central area, on the pupil of the optical elements.

ADVANTAGE - A pattern is formed on a reticle with high resolution force. Projection exposure is performed with a predetermined depth of focus.

Dwg.1/14

Title Terms: PHOTOMASK; EXPOSE; SYSTEM; SEMICONDUCTOR; DEVICE; PRODUCE; OPTICAL; ELEMENT; PUPIL; RELATED; PLANE; INCIDENCE; OPTICAL; INTEGRATE; CONCENTRATE; OPTICAL; DENSITY; DISTRIBUTE; PREDETERMINED; VALUE; CENTRAL; AREA; ELEMENT

Derwent Class: G06; L03; P81; P84; U11

International Patent Class (Main): H01L-021/027

International Patent Class (Additional): G02B-019/00; G02B-027/00;

G03F-007/20

File Segment: CPI; EPI; EngPI

Manual Codes (CPI/A-N): G06-D06; G06-G18; L04-C06A

Manual Codes (EPI/S-X): U11-C04E1

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-219358

(43)公開日 平成9年(1997)8月19日

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027			H 0 1 L 21/30	5 2 7
G 0 2 B 19/00			G 0 2 B 19/00	
27/00			G 0 3 F 7/20	5 2 1
G 0 3 F 7/20	5 2 1		G 0 2 B 27/00	V
			H 0 1 L 21/30	5 1 5 D
審査請求 未請求 請求項の数17 F D (全 9 頁)				

(21)出願番号 特願平8-46644

(22)出願日 平成8年(1996)2月7日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 住吉 雄平

神奈川県川崎市中原区今井上町53番地 キ

ヤノン株式会社小杉事業所内

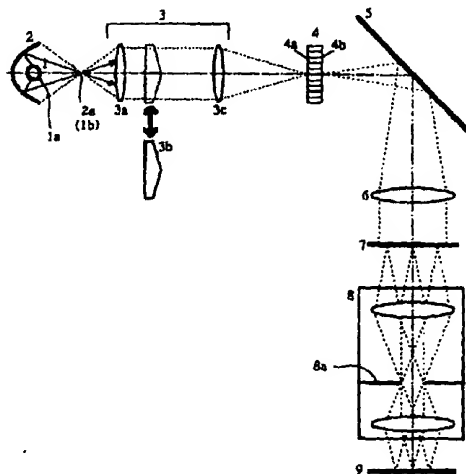
(74)代理人 弁理士 高梨 幸雄

(54)【発明の名称】 露光装置及びそれを用いたデバイスの製造方法

(57)【要約】

【課題】 斜入射照明法を利用することにより原板上のパターンを基板上に高解像力で、しかも所定の焦点深度を有しつつ、投影露光することのできる露光装置及びそれを用いたデバイスの製造方法を得ること。

【解決手段】 光源手段からの光束を光学系を介してオプティカルインテグレートに導光し、該オプティカルインテグレートの出射面からの光束で原板上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系により基板上に投影露光する際、該光学系は、該オプティカルインテグレートの入射面に対し随関係にある位置に光学素子を有し、該光学素子により該投影光学系の瞳面上で、その中心領域で所定の値の光強度分布を持ち、該中心領域の周辺の周方向で等間隔の位置に複数の所定の値の光強度分布をもつようにしていること。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源手段からの光束を光学系を介してオブティカルインテグレートに導光し、該オブティカルインテグレートの出射面からの光束で原板面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系により基板上に投影露光する際、該光学系は該オブティカルインテグレートの入射面に対し隣関係にある位置に光学素子を有し、該光学素子により該投影光学系の瞳面上で、その中心領域で所定の値の光強度分布を持ち、該中心領域の周辺の周方向で等間隔の位置に複数の所定の値の光強度分布をもつようにしていることを特徴とする露光装置。

【請求項2】 前記光学素子は4角錐状プリズム又は8角錐状プリズム又は4角錐状プリズムの各稜辺と頂角を削ぎ落した形状のプリズムより成っていることを特徴とする請求項1の露光装置。

【請求項3】 前記光学系は焦点距離が変換可能な光学手段を有していることを特徴とする請求項1の露光装置。

【請求項4】 前記光学素子は光路中より着脱自在であることを特徴とする請求項1の露光装置。

【請求項5】 光源手段からの光束を光学系を介してオブティカルインテグレートに導光し、該オブティカルインテグレートの出射面からの光束で原板面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系により基板上に投影露光する際、該オブティカルインテグレートの出射面近傍には部分的に透過率が異なっている透過率制御手段を有し、該透過率制御手段により該投影光学系の瞳面上で、その中心領域で所定の値の光強度分布を持ち、該中心領域の周辺の周方向で等間隔の位置に複数の所定の値の光強度分布をもつようにしていることを特徴とする露光装置。

【請求項6】 前記透過率制御手段は中心領域の周辺の周方向で等間隔の位置に複数の領域の透過率が該中心領域の透過率に比べて大きいNDフィルターより成っていることを特徴とする請求項5の露光装置。

【請求項7】 前記透過率制御手段は光路中より着脱自在であることを特徴とする請求項1の露光装置。

【請求項8】 光源手段からの光束を光学系を介してオブティカルインテグレートに導光し、該オブティカルインテグレートの出射面からの光束で原板面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系により基板上に投影露光する際、該オブティカルインテグレートの入射面又は/及び出射面近傍には該オブティカルインテグレートを構成する各微小レンズ毎に開口又は/及び透過率の制御が可能な調整手段を有し、該調整手段により該投影光学系の瞳面上で、その中心領域で所定の値の光強度分布を持ち、該中心領域の周辺の周方向で等間隔の位置に複数の所定の値の光強度分布をもつようにしていることを特徴とする露光装置。

【請求項9】 前記調整手段は光路中より着脱自在であ

ることを特徴とする請求項8の露光装置。

【請求項10】 光源手段からの光束を光学系を介してオブティカルインテグレートに導光し、該オブティカルインテグレートの出射面からの光束で原板面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系により基板上に投影露光する際、該オブティカルインテグレートの入射面の前方には特定の開口形状の絞り手段を有し、該絞り手段により該投影光学系の瞳面上で、その中心領域で所定の値の光強度分布を持ち、該中心領域の周辺の周方向で等間隔の位置に複数の所定の値の光強度分布をもつようにしていることを特徴とする露光装置。

【請求項11】 前記絞り手段は光軸方向に移動可能であることを特徴とする請求項10の露光装置。

【請求項12】 前記絞り手段は光路中より着脱自在であることを特徴とする請求項10又は11の露光装置。

【請求項13】 前記光学系は焦点距離が変換可能な光学手段を有していることを特徴とする請求項5、6、8又は10の露光装置。

【請求項14】 前記光学系は前記光源手段の発光面と前記オブティカルインテグレートの入射面とが略共役関係となるようにしていることを特徴とする請求項1から13のいずれか1項記載の露光装置。

【請求項15】 前記光学手段は焦点距離が可変のズームレンズ又は焦点距離が異なる他のレンズ系と交換可能となっていることを特徴とする請求項1、2又は13の露光装置。

【請求項16】 前記光源手段は超高圧水銀ランプを用いていることを特徴とする請求項1から15のいずれか1項記載の露光装置。

【請求項17】 請求項1から16のいずれか1項記載の露光装置を用いてデバイスを製造していることを特徴とするデバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は露光装置及びそれを用いたデバイスの製造方法に関し、例えばIC、LSI、CCD、液晶パネル、磁気ヘッド等の各種のデバイスの製造装置である所謂ステッパーにおいて、光源手段からの露光光で照明したフォトマスクやレチクル等の原板（以下「レチクル」という。）上の回路パターンを感光剤を塗布したウエハ面上に投影転写し、デバイスを製造する際に好適なものである。

【0002】

【従来の技術】 最近の半導体デバイスの製造技術においては、露光波長をg線からi線に変えて超高圧水銀灯を用いた露光法により解像力を向上させる試みが種々行われている。又エキシマレーザに代表される更に短い波長のパルス光を用いることにより解像力の向上を図る方法が種々と提案されている。

【0003】 露光装置（方法）として解像線幅を小さく

していく手段としては高NA化と短波長化がある。高NA化によりNAに逆比例して解像線幅は小さくなっていくが、同時に焦点深度の方はNAの2乗に逆比例して更に小さくなっていく。焦点深度は大きいのが望ましいので高NA化には、おのずと限界がある。

【0004】これに対して本出願人はレチクル面上への照明方法を種々変えることにより、即ち投影光学系の瞳面上に形成される0次光の光強度分布（有効光源分布）を変えることにより、より解像力を高めた露光方法及びそれを用いた投影露光装置を、例えば、特開平4-267515号公報や特開平5-47628号公報で提案している。

【0005】これらで提案されている照明方法は所謂斜入射照明と呼ばれ、その中でも特に輪帯照明と4重極照明が良く知られている。輪帯照明法(Annular)は、図11に示すようなドーナツ形状111の有効光源形状を投影光学系の瞳面上に有する。これは細い線幅に対して結像に寄与しない有効光源の中心付近の光を絞り等を用いてカットすることにより、解像力を向上させようとする技術である。又、4重極照明は、図12に示すように光軸Saを中心として所定の半径を有する円周方向の位置に4つの所定強度の有効光源121~124を投影光学系の瞳面上に有する。有効光源中心付近の光に加えて十字形領域125の光もカットすることにより、縦横方向のパターンの解像力と焦点深度を飛躍的に向上させている。一般にICやLSIの回路パターンはほとんどの場合、縦横方向に辺をもつ図形で構成されており、斜め方向に辺をもつパターンは少ないので、このような照明法は特に有効である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】変形照明法（斜入射照明方法）は解像力を高め、又は焦点深度も比較的長くすることができるといった特徴があるが、反面、次のような問題点がある。

- ・近接するパターンがくっつきやすい。
- ・孤立するパターンが細くなりやすい。
- ・通常照明よりも照度が低下する。
- ・パターンの粗密性や方向性に制限がある。特に4重極照明は斜めパターンの解像力が低い。

【0007】これらの問題点を解決する為に、本出願人は特開平5-47639号公報で4重極照明の有効光源分布に有効光源中心付近及び十字形領域の光をある程度加えてやることにより、なだらかな4重極に類似の有効光源を形成する照明法を提案している。

【0008】図13はこのときの有効光源の形状の模式図である。この照明法（以下「照明法A」と呼ぶ）は変形照明の持つ欠点をほとんど発生することなく、しかも図14に示すように通常照明よりも焦点深度が向上し、輪帯照明と略同等の焦点深度を得ている。尚、この照明法Aにおいては、有効光源中心付近の照度はピークの光

強度に対して10~40%程度、ピークとピークの間の照度（ピーク間照度）はピークに対して35~65%程度、又ピークの位置（有効光源中心からピークまでの距離）は0.5~0.6程度で良い結果が得られている。

【0009】本出願人による先の照明法Aは光源としてエキシマレーザを用い、光線を複数本の光線に一旦分割し、再び重ね合わせるというインコヒーレント化光学系を利用している。

【0010】本発明は本出願人による先の照明法Aを更に改良し、特に超高圧水銀ランプ等のインコヒーレントな光を放射する光源手段を用いた場合に照明光学系全体の簡素化及び照明光束の有効利用を図りつつ、レチクル面上（1原板上）のパターンを適切に照明し、高い解像力が容易に得られるようにした露光装置及びそれを用いたデバイスの製造方法の提供を目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の露光装置は、（1-1）光源手段からの光束を光学系を介してオブティカルインテグレートに導光し、該オブティカルインテグレートの出射面からの光束で原板面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系により基板上に投影露光する際、該光学系は該オブティカルインテグレートの入射面に対し瞳関係にある位置に光学素子を有し、該光学素子により該投影光学系の瞳面上で、その中心領域で所定の値の光強度分布を持ち、該中心領域の周辺の周方向で等間隔の位置に複数の所定の値の光強度分布をもつようにしていることを特徴としている。

【0012】特に、（1-1-1）前記光学素子は4角錐状プリズム又は8角錐状プリズム又は4角錐状プリズムの各稜辺と頂角を削ぎ落した形状のプリズムより成っていること、（1-1-2）前記光学系は焦点距離が変換可能の光学手段を有していること、（1-1-3）前記光学素子は光路中より着脱自在であることを特徴としている。

【0013】（1-2）光源手段からの光束を光学系を介してオブティカルインテグレートに導光し、該オブティカルインテグレートの出射面からの光束で原板面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系により基板上に投影露光する際、該オブティカルインテグレートの出射面近傍には部分的に透過率が異なっている透過率制御手段を有し、該透過率制御手段により該投影光学系の瞳面上で、その中心領域で所定の値の光強度分布を持ち、該中心領域の周辺の周方向で等間隔の位置に複数の所定の値の光強度分布をもつようにしていることを特徴としている。

【0014】特に、（1-2-1）前記透過率制御手段は中心領域の周辺の周方向で等間隔の位置に複数の領域の透過率が該中心領域の透過率に比べて大きいNDフィルターより成っていること、（1-2-2）前記透過率

制御手段は光路中より着脱自在であることを特徴としている。

【0015】(1-3)光源手段からの光束を光学系を介してオプティカルインテグレートに導光し、該オプティカルインテグレートの出射面からの光束で原板面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系により基板上に投影露光する際、該オプティカルインテグレートの入射面又は／及び出射面近傍には該オプティカルインテグレートを構成する各微小レンズ毎に開口又は／及び透過率の制御が可能で、かつ光路中より挿脱可能な調整手段を有し、該調整手段により該投影光学系の瞳面上で、その中心領域で所定の値の光強度分布を持ち、該中心領域の周辺の周方向で等間隔の位置に複数の所定の値の光強度分布をもつようにしていることを特徴としている。

【0016】特に(1-3-1)前記調整手段は光路中より着脱自在であることを特徴としている。

【0017】(1-4)光源手段からの光束を光学系を介してオプティカルインテグレートに導光し、該オプティカルインテグレートの出射面からの光束で原板面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系により基板上に投影露光する際、該オプティカルインテグレートの入射面の前方には特定の開口形状の絞リ手段を有し、該絞リ手段により該投影光学系の瞳面上で、その中心領域で所定の値の光強度分布を持ち、該中心領域の周辺の周方向で等間隔の位置に複数の所定の値の光強度分布をもつようにしていることを特徴としている。

【0018】特に、(1-4-1)前記絞リ手段は光軸方向に移動可能であること、(1-4-2)前記絞リ手段は光路中より着脱自在であることを特徴としている。

【0019】又、構成要件(1-1)～(1-4)において、(1-4-1)前記光学系は焦点距離が変換可能な光学手段を有していること(1-4-2)前記光学系は前記光源手段の発光面と前記オプティカルインテグレートの入射面とが略共役関係となるようにしていること(1-4-3)前記光学手段は焦点距離が可変のズームレンズ又は焦点距離が異なる他のレンズ系と交換可能となっていること(1-4-4)前記光源手段は超高压水銀ランプを用いていること等を特徴としている。

【0020】本発明のデバイスの製造方法は、(2-1)構成要件(1-1)～(1-4)のいずれか1項の露光装置を用いて製造していることを特徴としている。

【0021】

【発明の実施の形態】図1は本発明の露光装置の実施形態1を示す概略構成図であり、所謂ステッパと呼ばれる超小型の投影型露光装置に適用した例である。

【0022】図中1は紫外線や遠紫外線等を放射する高輝度の超高压水銀灯等の光源(光源手段)でその発光部1aは楕円ミラー2の第1焦点近傍に配置している。光源1より発した光が楕円ミラー2によって集光され、楕

円ミラー2の第2焦点近傍2aに発光部1aの像(発光部像)1bを形成している。

【0023】3は光学系であり、レンズ系(第1コンデンサーレンズ)3aとレンズ系(第2コンデンサーレンズ)3cの2つのレンズ系を有しており、第2焦点近傍2aに形成した発光部像1bを後述する光学素子3bを介してオプティカルインテグレート4の入射面4aに結像している。光学素子3bは光路中より挿脱可能な4角錐プリズムより成り、入射光束を所定方向に偏向させている。

【0024】レンズ系3cは光路中より挿脱可能で他の焦点距離の異なるレンズ系と交換可能又は焦点距離が可変のズームレンズ(光学手段)より成っている。光学系3は射出側でテレセントリックとなっている。光学素子3bは光学系3の瞳面近傍に位置している。

【0025】オプティカルインテグレート4は複数の微小レンズを2次元的に配列して構成しており、その射出面4b近傍に2次光源を形成している。5は光路折り曲げ用のミラーである。

【0026】6はレンズ系であり、オプティカルインテグレート4の射出面4bからの光束をミラー5を介して集光し、レチクルステージに載置した被照射面であるレチクル(原板)7を照明している。

【0027】8は投影光学系であり、レチクル7に描かれたパターンをウエハチャックに載置したウエハ(基板)9面上に縮小投影している。本実施形態ではオプティカルインテグレート4の射出面4b近傍の2次光源はレンズ系6により投影光学系8の瞳8a近傍に形成されている。

【0028】又、オプティカルインテグレート4の射出面4bとレチクル面7とは互いに像と瞳との関係となっている。オプティカルインテグレート4上の光強度分布はレチクル7面上では光束の角度による強度分布特性に対応している。

【0029】そこで本実施形態ではレチクル7のパターンの方向性及び解像線巾等に応じて光学素子3bのプリズムを選択的に光路中に切り変えると共に必要に応じてレンズ系3cの焦点距離を変化させている。これにより投影光学系8の瞳面8aに形成される2次光源像の光強度分布を変化させて種々な斜入射照明を作成して高解像度が可能な投影露光を行なっている。

【0030】次に本実施形態において光学素子3bとレンズ系3cとを利用することによりオプティカルインテグレート4の入射面4aの光強度分布を変更すると共に投影光学系8の瞳面8aに形成される2次光源像の光強度分布の変更方法について説明する。

【0031】本実施形態においては、投影光学系8の瞳面8a上で光軸中心付近に所定の強度の有効光源を有し、かつ光軸を中心として所定の半径の円周方向で等間隔の複数位置に複数(4つ)の所定強度の有効光源(4

重極照明)を有するようにしてレチクル7面上を照明し、これにより照明法Aを達成している。

【0032】本実施形態において照明法Aを得るには、光源1とオプティカルインテグレート4との間のオプティカルインテグレート4に対して瞳の関係になる位置に4角錐プリズムより成る光学素子3bを挿入し、それによって光線の角度を制御すると共にレンズ系3cの焦点距離を変えてオプティカルインテグレート4の入射面4a(射出面3b)上の照度分布を調整する方法をとっている。

【0033】図2は本実施形態において、レンズ系3aとオプティカルインテグレート4との間に設ける光学素子3bと、レンズ系3cをズームレンズ又は交換可能なレンズ系より構成して、その焦点距離を種々と変えたときの光路とオプティカルインテグレート4の入射面4a(射出面4b)に形成される光強度分布(照度分布)の説明図である。

【0034】本実施形態ではオプティカルインテグレート4の射出面4bの光強度分布を変えて、それと共役関係にある投影光学系8の瞳面8a上での光強度分布を変えている。レンズ系3cはズームによりオプティカルインテグレート4の射出面4bに形成される2次光源像を拡大及び縮小させている。

【0035】図2(A)は光学素子(プリズム)3bを挿入していない通常照明の状態を示している。光源1とオプティカルインテグレート4の入射面4aは略共役関係にあるので、光源1の輝度分布がオプティカルインテグレート4上に像として結像され、そのまま照度分布となっている。光源1の輝度分布は通常ガウス分布で表わされるので、オプティカルインテグレート4上には中心にピークを持つガウス分布形状の光強度分布が得られる。

【0036】図2(B)はレンズ系3cの焦点距離を調節することによって、オプティカルインテグレート4上に結像した光源の像を拡大又は縮小することができることを示している。

【0037】図2(C)は図2(A)の状態にオプティカルインテグレート4に対して瞳になる位置に4角錐形状のプリズム3b1を挿入した状態を示している。この状態では光線が4角錐のそれぞれの面で折り曲げられて、オプティカルインテグレート4上には光強度のピークが4つ現れる。この場合も図2(A)と同様に、各々のピークはガウス分布形状をしている。

【0038】即ち、各々のガウス分布の裾野同士が重なっているので、有効光源中心付近及びピーク間領域においても光強度は0ではない。このような有効光源形状において、ピークの位置(ピークの中心からの距離)及び中心の照度、ピーク間の照度を適切な値に調整することによって照明系Aを構成している。

【0039】本実施形態において、中心照度及びピーク

間の照度を調節する為にプリズムの角度を変化させている。図2(D)はより角度の小さい(より底面から頂点までの高さが低い)プリズム3b2を設置した状態を示している。角度の異なるプリズムを設置すると光線の折れ曲がる角度が変化し、各光強度ピーク同士の距離が変化する(しかし、各ピークの形状は略一定である)。そうすると、各ピークの裾野の重なり具合が変化することになり、即ち有効光源中心及びピーク間の照度も変化する。例えば図2(C)と図2(D)とを比較すると、図2(D)の場合の方が強度分布のピーク同士の距離が近いので、中心照度及びピーク間照度が高くなっている。

【0040】本実施形態ではこのような性質を利用して、光学素子として適切な角度のプリズムを配設することにより、適切な中心及びピーク間の照度の値を得ている。

【0041】次に、ピークの位置を調節する為にはレンズ系3cのズーム機構を利用している。レンズ系3cを調節することによって図2(E)に示すように中心の照度とピーク間の照度をほとんど変化させることなく、ガウス分布のピークの中心からの距離を変化させている。

【0042】図2(F)は光学素子として8角錐形状、或いは4角錐形状の各稜辺と頂角を削ぎ落した形状、又はそれに類似した形状のプリズム3b3を使用した状態を示している。

【0043】プリズムの形状としては、例えば図3に示したようなものが挙げられる。このような形状のプリズムを使用しても照明系Aを構成することができる。

【0044】この場合は、前述の4角錐形状のプリズムのように、光強度の山の裾野の重なり具合で中心照度及びピーク間照度を調節するのではなく、有効光源中心及びピーク間の位置に前述の4つのピークとは別の独立したピークを作り、その強度で各々の照度を調節する方式になる。各ピークは略8角錐形状のそれぞれの面で折り曲げられた光線が作っている。即ち、略8角錐の各々の面は、オプティカルインテグレート4上において、それぞれの光強度のピークに対応している。そして各々のピークの強度は、その面を通過した光の量によって決まる。この場合、プリズムの各面の面積比やプリズムを挿入する箇所の光軸と垂直方向の照度分布が有効光源形状を決定する。

【0045】本実施形態では適切な形状のプリズムを選び、その面を通過する光量を適切な値にすることによって、中心照度及びピーク間照度を適切な値の範囲内に収めている。

【0046】以上のように本実施形態では、光学素子として4角錐形状のプリズムや8角錐型プリズム等の多角錐プリズムを用い、又レンズ系3cの焦点距離を変えることによって投影光学系の瞳面上で所望の照度分布を有する照明系Aを構成している。尚、本実施形態における光学素子としてのプリズムは光路より挿脱可能となつて

いるので、他の照明法、例えば通常照明や輪帯照明等にも簡単に切り換えることができる。

【0047】又、プリズムを使用しても所望の中心照度とピーク間照度が得られなかったときの為に微調整の方法として、光源位置を光軸方向に移動する手段を備えるようにしても良い。光源を光軸方向に動かすことにより輝度分布を変化させ、ガウス分布の形状（例えば半値幅など）を変化させることができるので、それによって中心照度及びピーク間照度を調節しても良い。

【0048】次に本発明の実施形態2について説明する。本実施形態では実施形態1に比べて、光学素子としてプリズムの代わりに部分的に透過率が異なる透過率制御手段を用いて照明系Aを構成している点が異なっており、その他の構成は同じである。

【0049】本実施形態では、図1のオブティカルインテグレート4の射出面4bの直後に光路より挿脱可能な部分的に透過率の異なる透過率分布を持ったNDフィルタを配設し、これにより照明系Aを構成している。通常、オブティカルインテグレート4上の照度分布はガウス分布形状又は均一な形状であるが、そのガウス分布形状に透過率制御を行って照明系Aの照度分布を作っている。このときのNDフィルタ41の透過率分布形状は、例えば図4(B)のようなものを用いている。

【0050】図4(B)の数値は透過率(%)を表わしている。図4(A)はオブティカルインテグレート4上のガウス分布状の照度分布を示している。このような照度分布に図4(B)のような透過率分布を持ったNDフィルタ41を併用することにより、投影光学系8の瞳8a上に図4(C)のような照度分布の有効光源を形成している。

【0051】本実施形態におけるNDフィルタ41の透過領域は主に9つの領域に分かれ、それぞれの領域毎に固有の透過率を持っているような形状をしているが、透過率は連続的に変化しても構わない。又、有効光源の元の形状がガウス分布でないような場合でも、NDフィルタ41の透過率分布を別の形状にすることによって対応できる。このフィルタも光路より挿脱可能であるので、他の照明法、例えば通常照明や輪帯照明等との切り換えが簡単に行える。又、このフィルタを挿入する箇所はオブティカルインテグレート4の入射面直前であっても良い。

【0052】次に本発明の実施形態3について説明する。本実施形態では図1の実施形態1に比べて、光学素子としてのプリズムの代わりにオブティカルインテグレート4を構成する各微小レンズの少なくとも1個1個に対して開口径や透過強度を調節する調整手段を利用して照明系Aを構成している点が異なっており、その他の構成は同じである。

【0053】オブティカルインテグレート4は、通常、図5に示すように、複数の微小レンズ51を2次元的に

配列し組み合わせた構成になっている。本実施形態ではオブティカルインテグレート4を構成する各微小レンズ51から射出される光の量を調整手段により個々に調整し、結果としてオブティカルインテグレート4全体の照度分布を照明系Aの形状にしている。

【0054】本実施形態では、図1のオブティカルインテグレート4の射出面4bの直後に、例えば図6のような光路より挿脱可能なフィルタ61を配設している。図6のフィルタ61は照明系Aにおける4つのピークがあるべき位置にある開口面積は大きく、有効光源中心付近やピーク間の位置にある開口面積は小さくなっている。当然、大きい開口面積からの光量は大きく、小さい開口面積からの光量は小さい。オブティカルインテグレート61上にこのフィルタ61を装着することにより照明系Aの照度分布を得ている。

【0055】この場合も、元の有効光源形状がどんな形状であっても、各開口面積の大きさを調整することにより照明系Aの有効光源を得ることができる。開口の形状も長方形に限らず、どんな形状でも良い。この場合も、このフィルタは光路より挿脱可能であるので、他の照明法、例えば通常照明や輪帯照明等との切り換えが簡単に行える。又、このフィルタを挿入する箇所はオブティカルインテグレート4の入射面直前でも構わない。

【0056】図7は本発明の実施形態4の光学系の一部の要部概略図である。本実施形態は図1の実施形態1に比べて、光学素子としてのプリズムの代わりにオブティカルインテグレート4の前方に図8に示すような4隅に開口を有する開口絞り71を配設して、照明系Aを構成している点が異なっており、その他の構成は同じである。

【0057】本実施形態では、オブティカルインテグレート4の前方、ある程度距離をおいた所に特定の開口形状を持った開口絞り71を配設する。開口絞り71の形状としては、図8に示すような十字形の遮光領域を有するものを用いている。

【0058】本実施形態では、開口絞り71をオブティカルインテグレート4の入射面4aの直前ではなく、少し距離をおいて配設する。直前に置いてしまうと、十字形の部分72は完全に遮光されてしまうが、少し距離をおいて設置すると回り込む光によって中心部分も照度0ではなくなる。そして、この開口絞り71を光軸方向に動かす手段を備えるようにして、開口絞りを光軸方向に動かして中心照度やピーク間照度を調節するようにしている。

【0059】この開口絞り71を配設するのに適切な箇所としては、この他に、楕円ミラー2の第2焦点面2aの近傍がある。楕円ミラーの第2焦点面2aとオブティカルインテグレート4の入射面4aは略共役関係にあるので、楕円ミラー2の第2焦点面2aに置かれた開口絞り71の像はオブティカルインテグレート4上に結像さ

れる。このときも同じように開口絞り71を光軸方向に動かすことにより、オブティカルインテグレート4上の像がぼけるので、それにより中心照度とピーク照度を調節している。

【0060】本発明においては、以上の各実施形態の方法を独立に用いる他に互いに組み合わせて重複して用いても良い。又、本実施形態1〜4ではi線を用いた露光装置の他にg線やKrF線を用いた露光装置にも同様に適用することができる。

【0061】次に上記説明した投影露光装置を利用した半導体デバイスの製造方法の実施形態を説明する。

【0062】図9は半導体デバイス（ICやLSI等の半導体チップ、或いは液晶パネルやCCD等）の製造のフローを示す。

【0063】ステップ1（回路設計）では半導体デバイスの回路設計を行なう。ステップ2（マスク製作）では設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。

【0064】一方、ステップ3（ウエハ製造）ではシリコン等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ4（ウエハプロセス）は前工程と呼ばれ、前記用意したマスクとウエハを用いてリソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。

【0065】次のステップ5（組立）は後工程と呼ばれ、ステップ4によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の工程を含む。

【0066】ステップ6（検査）ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷（ステップ7）される。

【0067】図10は上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップ11（酸化）ではウエハの表面を酸化させる。ステップ12（CVD）ではウエハ表面に絶縁膜を形成する。

【0068】ステップ13（電極形成）ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14（イオン打ち込み）ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ15（レジスト処理）ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ16（露光）では前記説明した露光装置によってマスクの回路パターンをウエハに焼付露光する。

【0069】ステップ17（現像）では露光したウエハを現像する。ステップ18（エッチング）では現像したレジスト以外の部分を削り取る。ステップ19（レジスト剥離）ではエッチングがすんで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返して行なうことによってウエハ上に多重に回路パターンが形成される。

【0070】本実施形態の製造方法を用いれば、従来は

製造が難しかった高集積度の半導体デバイスを容易に製造することができる。

【0071】

【発明の効果】本発明によれば以上のように各要素を設定することにより、超高圧水銀ランプ等のインコヒーレントな光を放射する光源手段を用いた場合に照明光学系全体の簡素化及び照明光束の有効利用を図りつつ、レチクル面上（1原板上）のパターンを適切に照明し、高い解像力が容易に得られるようにした露光装置及びそれを用いたデバイスの製造方法を達成することができる。

【0072】特に、斜入射照明による問題点を殆ど発生させずに高解像力及び焦点深度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態1の要部概略図

【図2】 図1の一部分の光路とオブティカルインテグレート上の光強度分布の説明図

【図3】 本発明に係る光学素子の説明図

【図4】 本発明に係る透過率制御手段の説明図

【図5】 オブティカルインテグレートの説明図

【図6】 本発明に係る調整手段の説明図

【図7】 本発明の実施形態4の要部概略図

【図8】 本発明の実施形態4に係る絞り手段の説明図

【図9】 本発明のデバイスの製造方法のフローチャート

【図10】 本発明のデバイスの製造方法のフローチャート

【図11】 輪帯照明における有効光源像の説明図

【図12】 4重極照明における有効光源像の説明図

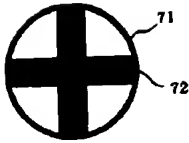
【図13】 斜入射照明における有効光源像の説明図

【図14】 斜入射照明における解像線幅と焦点深度との説明図

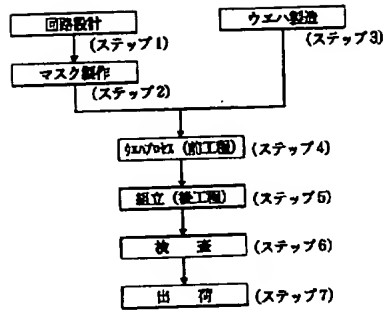
【符号の説明】

- 1 光源手段
- 2 楕円ミラー
- 3 光学系
- 3a レンズ系
- 3b, 3b1, 3b2, 3b3 光学素子
- 3c 光学手段
- 4 オブティカルインテグレート
- 5 ミラー
- 6 レンズ系
- 7 レチクル（原板）
- 8 投影光学系
- 9 基板（ウエハ）
- 41 透過率制御手段
- 61 調整手段
- 71 絞り手段

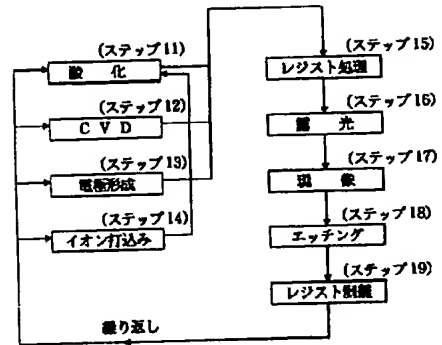
【図8】



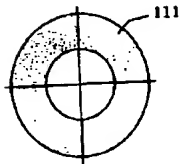
【図9】



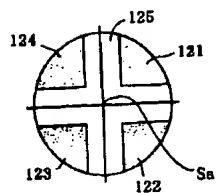
【図10】



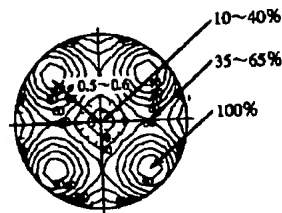
【図11】



【図12】



【図13】



【図14】

